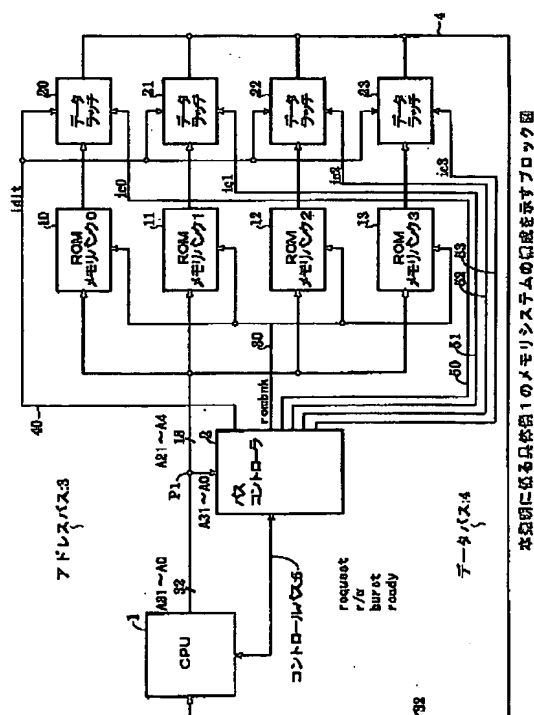


(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成11年(1999)7月30日

5 2 3 A

(74) 代理人 弁理士 佐藤 幸男 (外 1 名)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のメモリバンクと、

前記複数のメモリバンクをアクセスするためのアドレスを出力する制御部と、

前記制御部により出力されたアドレスを入力し、前記制御部と協働して前記複数のメモリバンクを制御するバスコントローラと、

前記複数のメモリバンクのそれぞれに対応して設けられ、前記バスコントローラの制御信号に基づいて前記メモリバンクから出力されたデータを一時的に保持する複数のデータ保持回路とを備え、

前記制御部は、複数のメモリバンクから出力されたデータがそれぞれの対応するデータ保持回路に保持された場合、それぞれのデータ保持回路から順次にデータを取り込むとともに、次のメモリアクセスのためのアドレスを出力することを特徴とするメモリシステム。

【請求項2】 請求項1に記載のメモリシステムにおいて、

前記バスコントローラは、前記複数のメモリバンクから順次に読み出し可能な連続するアドレスの間に外部装置のアドレスが挿入されている場合、前記メモリバンクから出力されたデータを対応するデータ保持回路に保持させ、

前記制御部は、前記外部装置のデータアクセス動作の終了後、後続する残りのアドレスのデータを対応する前記データ保持回路から取り込むことを特徴とするメモリシステム。

【請求項3】 請求項1に記載のメモリシステムにおいて、

前記バスコントローラは、

前記制御部により出力されたアドレスが前記複数のメモリバンクのメモリ領域に含まれるか否かを判別する判別部と、

前記判別部により前記複数のメモリバンクのメモリ領域に含まれると判別された前回および今回のアドレスの一部を比較する比較部とを有し、

前記比較部により比較された前回および今回のアドレスの一部が一致しない場合、今回のアドレスに基づいて前記メモリバンクから出力されたデータを対応するデータ保持回路に新たに保持させることを特徴とするメモリシステム。

【請求項4】 それぞれページ単位のアドレスを表す上位アドレスに対し、ページ内の下位アドレスのみ変化させて高速メモリ読出動作を実行するページモードを有する複数のROM (read only memory) バンクと、前記複数のROMバンクをアクセスするためのアドレスを出力する制御部と、

前記制御部により出力されたアドレスを入力し、前記制御部と協働して前記複数のメモリバンクを制御するバスコントローラと、

前記バスコントローラの制御信号に基づいて前記複数のROMバンクに入力される前記上位アドレスを一時的に保持する上位アドレス保持回路とを備え、

前記バスコントローラは、前記複数のメモリバンクから順次に読み出し可能な連続するアドレスの間に外部装置のアドレスが挿入されている場合、前記上位アドレス保持回路に前記上位アドレスを保持させ、

前記制御部は、前記外部装置のデータアクセス動作の終了後、残りのアドレスに対応するデータを前記下位アドレスのみ変化させてアクセスすることを特徴とするメモリシステム。

【請求項5】 請求項4に記載のメモリシステムにおいて、

前記複数のROMバンクのそれぞれに対応して設けられ、前記バスコントローラの制御信号に基づいて前記ROMバンクから出力されたデータを一時的に保持する複数のデータ保持回路を備え、

前記制御部は、前記複数のデータ保持回路のそれぞれに対応するROMバンクから出力されたデータが保持された場合、それぞれのデータ保持回路から順次にデータを取り込むとともに、次のメモリアクセスのためのアドレスを出力することを特徴とするメモリシステム。

【請求項6】 請求項4に記載のメモリシステムにおいて、

前記バスコントローラは、

前記制御部により出力されたアドレスが前記複数のROMバンクのメモリ領域に含まれるか否かを判別する判別部と、

前記判別部により前記アドレスが前記複数のメモリバンクのメモリ領域に含まれると判別された前回および今回の上位アドレスを比較する比較部とを有し、

前記比較部により比較された前回および今回の上位アドレスが一致しない場合、前記上位アドレス保持回路に今回の上位アドレスを新たに保持することを特徴とするメモリシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、連続するアドレスが順次に割り当てられた複数のメモリバンクを有するインタリーブ方式のメモリシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、高速のメモリ読出動作を実現するメモリシステムとして、インタリーブ方式のメモリシステムが知られている。インタリーブ方式のメモリシステムでは、複数のメモリバンクに順次に連続するアドレスが割り当てられる。これらのメモリバンクから連続するアドレスのデータを読み出す場合には、1回の読出動作で各バンクから順次にデータが読み出される。

【0003】 例えば、バンク0～3を有する4バンク構成のメモリシステムでは、バンク0～3に同一のアドレ

スを同時に入力し、各バンクのOE (output enable) 端子をバンク0、バンク1、バンク2、バンク3の順にアサートすることで、連続するアドレスのデータが読み出される。このため、アドレスが連続する場合のデータのアクセス時間は、アドレスが連続しないデータのアクセス時間と比較して1/4程度となり、見かけ上のアクセス速度が向上する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のインタリーブ方式のメモリシステムにあっては、次のような解決すべき課題があった。バンク0～3の4バンク構成のメモリシステムでは、1回のメモリ読出動作のためにアドレスバスを介してバンク0～3に出力されたアドレスは、最後のアドレスであるバンク3のデータの読出動作が終了するまで、アドレスバス上に保持する必要がある。このため、バンク3のデータを読み出してからバンク0のデータを読み出す際には、アドレスがアドレスバスに出力されてから最初のアドレスであるバンク0のデータが読み出されるまでのオーバーヘッド時間がかかってしまう。したがって、連続するアドレスのデータをバンク0～3から繰り返し読み出す場合には、バンク3とバンク0との間でデータを連続的に読み出すことができなかった。

【0005】また、1回の読出動作により読出可能な連続するアドレスの間に外部のデバイスのアドレスが挿入されている場合、例えば、バンク0～3の連続するアドレスのうち、バンク2とバンク3との間に外部のデバイスのアドレスが挿入されている場合には、バンク3のデータ読出動作は、次のメモリ読出動作となるため、オーバーヘッド時間がかかってしまう。このように、従来のインタリーブ方式のメモリシステムにあっては、高速メモリ読出動作が可能な利点を十分に生かすことができない場合があった。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は以上の点を解決するため次の構成を採用する。

〈構成1〉複数のメモリバンクと、上記複数のメモリバンクをアクセスするためのアドレスを出力する制御部と、上記制御部により出力されたアドレスを入力し、上記制御部と協働して上記複数のメモリバンクを制御するバスコントローラと、上記複数のメモリバンクのそれぞれに対応して設けられ、上記バスコントローラの制御信号に基づいて上記メモリバンクから出力されたデータを一時的に保持する複数のデータ保持回路とを備え、上記制御部は、複数のメモリバンクから出力されたデータがそれぞれの対応するデータ保持回路に保持された場合、それぞれのデータ保持回路から順次にデータを取り込むとともに、次のメモリアクセスのためのアドレスを出力することを特徴とするメモリシステム。

【0007】〈構成2〉構成1に記載のメモリシステム

において、上記バスコントローラは、上記複数のメモリバンクから順次に読み出し可能な連続するアドレスの間に外部装置のアドレスが挿入されている場合、上記メモリバンクから出力されたデータを対応するデータ保持回路に保持させ、上記制御部は、上記外部装置のデータアクセス動作の終了後、後続する残りのアドレスのデータを対応する上記データ保持回路から取り込むことを特徴とするメモリシステム。

【0008】〈構成3〉構成1に記載のメモリシステムにおいて、上記バスコントローラは、上記制御部により出力されたアドレスが上記複数のメモリバンクのメモリ領域に含まれるか否かを判別する判別部と、上記判別部により上記複数のメモリバンクのメモリ領域に含まれると判別された前回および今回のアドレスの一部を比較する比較部とを有し、上記比較部により比較された前回および今回のアドレスの一部が一致しない場合、今回のアドレスに基づいて上記メモリバンクから出力されたデータを対応するデータ保持回路に新たに保持させることを特徴とするメモリシステム。

【0009】〈構成4〉それぞれページ単位のアドレスを表す上位アドレスに対し、ページ内の下位アドレスのみ変化させて高速メモリ読出動作を実行するページモードを有する複数のROM (read only memory) バンクと、上記複数のROMバンクをアクセスするためのアドレスを出力する制御部と、上記制御部により出力されたアドレスを入力し、上記制御部と協働して上記複数のメモリバンクを制御するバスコントローラと、上記バスコントローラの制御信号に基づいて上記複数のROMバンクに入力される上記上位アドレスを一時的に保持する上位アドレス保持回路とを備え、上記バスコントローラは、上記複数のメモリバンクから順次に読み出し可能な連続するアドレスの間に外部装置のアドレスが挿入されている場合、上記上位アドレス保持回路に上記上位アドレスを保持させ、上記制御部は、上記外部装置のデータアクセス動作の終了後、残りのアドレスに対応するデータを上記下位アドレスのみ変化させてアクセスすることを特徴とするメモリシステム。

【0010】〈構成5〉構成4に記載のメモリシステムにおいて、上記複数のROMバンクのそれぞれに対応して設けられ、上記バスコントローラの制御信号に基づいて上記ROMバンクから出力されたデータを一時的に保持する複数のデータ保持回路を備え、上記制御部は、上記複数のデータ保持回路のそれぞれに対応するROMバンクから出力されたデータが保持された場合、それぞれのデータ保持回路から順次にデータを取り込むとともに、次のメモリアクセスのためのアドレスを出力することを特徴とするメモリシステム。

【0011】〈構成6〉構成4に記載のメモリシステムにおいて、上記バスコントローラは、上記制御部により出力されたアドレスが上記複数のROMバンクのメモリ

10

20

30

40

50

領域に含まれるか否かを判別する判別部と、上記判別部により上記アドレスが上記複数のメモリバンクのメモリ領域に含まれると判別された前回および今回の上位アドレスを比較する比較部とを有し、上記比較部により比較された前回および今回の上位アドレスが一致しない場合、上記上位アドレス保持回路に今回の上位アドレスを新たに保持することを特徴とするメモリシステム。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を具体例を用いて説明する。

《具体例1》

〈構成〉図1は本発明に係る具体例1のメモリシステムの構成を示すブロック図である。図1に示すように、このメモリシステムは、バンク0を構成するROM (read only memory) 10、バンク1を構成するROM 11、バンク2を構成するROM 12およびバンク3を構成するROM 13を有する4バンク構成のインタリーブ方式のメモリシステムである。

【0013】ROM 10~13は、32ビット構成のROMであり、CPU (central processing unit) 1およびバスコントローラ2により制御される。ROM 10~13には、後述するように、A21~A2の20ビットで表される1ワード単位の連続するアドレスが、バンク0、バンク1、バンク2、バンク3の順に順次に割り当てられている。CPU 1は、いわゆる32ビットCPUであり、アドレスバス3およびデータバス4を介してROM 10~13に接続されており、アドレスバス3を介してROM 10~13にアドレスを出力し、データバス4を介してROM 10~13からデータを読み出す。

【0014】データバス4は、32ビットのバス幅を有し、CPU 1に接続されるとともに、後述するデータラッチユニット20~23に接続されている。また、データバス4は、例えばRAM (random access memory)、I/O装置等の図示しない外部のデバイスに接続されている。

【0015】アドレスバス3は、32本のアドレス信号線A31~A0からなり、CPU 1に接続されるとともに、バスコントローラ2に接続され、さらにA31~A0のうち18本のアドレス信号線A21~A4が分岐点P1で分岐されてROM 10~13に接続されている。また、アドレスバス3は、例えばRAM (random access memory)、I/O装置等の図示しない外部のデバイスに接続されている。

【0016】CPU 1は、アドレス信号線A21~A4にROM 10~13の1ワード (32ビット) 単位のアドレスを出力し、アドレス信号線A3、A2にバンク切換信号を出力し、アドレス信号線A1、A0にROM 10~13の1ワードのデータをバイト単位でアクセスするための信号を出力する。

【0017】また、CPU 1は、コントロールバス5を介してバスコントローラ2と接続されており、バスコントローラ2との間で各種の制御信号を授受する。CPU 1からバスコントローラ2には、request 信号、r/w信号およびburst信号が出力される。request 信号は、外部に対するアクセスの要求を表す負論理の信号である。r/w信号は、request 信号とともに用いられ、H (high) レベルのとき、外部からデータを読み出す動作を表し、L (low) レベルのとき、外部にデータを書き込む動作を表す。burst 信号は、連続するアドレスのデータアクセスを表す負論理の信号である。バスコントローラ2からCPU 1には、ready信号が出力される。ready信号は、データバス4上のデータが有効であることを表す負論理の信号である。

【0018】バスコントローラ2は、アドレス信号線A31~A0を通して入力されたアドレス信号線をデコードし、コントロールバス5を介して授受される制御信号に基づいてROM 10~13、データラッチユニット20~23および図示しない外部のデバイスを制御する。

20 【0019】バスコントローラ2は、CE (chip enable) 信号線30を介してROM 10~13のそれぞれのCE端子に接続され、CE信号線30を通してROM 10~13に負論理のrombnk信号を同時に出力する。ROM 10~13は、CE信号線30のrombnk信号がアサートされた場合に活性化され、それぞれアドレスバス3上のアドレスを入力し、入力されたアドレスに該当するデータを読み出し、それぞれ後述するデータラッチユニット20~23に出力する。

30 【0020】バスコントローラ2は、データラッチ信号線40を通して負論理のidlt信号をデータラッチユニット20~23に出力する。また、バスコントローラ2は、データ出力信号線50を通して負論理のic0信号をデータラッチユニット20に出力し、データ出力信号線51を通して負論理のic1信号をデータラッチユニット21に出力し、データ出力信号線52を通して負論理のic2信号をデータラッチユニット22に出力し、データ出力信号線53を通して負論理のic3信号をデータラッチユニット23に出力する。

40 【0021】データラッチユニット20は、ROM 10から出力されたデータを保持するものであり、複数のラッチ回路を有する。ラッチ回路は、H (high) レベルで入力データをスルー出力し、L (low) レベルで入力データを保持するDラッチからなり、データラッチ信号線40のidlt信号がネグート状態の場合には、入力されたデータをそのまま出力し、idlt信号がアサートされた場合には、入力端の最新のデータを保持する。データラッチユニット20は、データ出力信号線50のic0信号がネグート状態の場合には、ラッチ回路の出力端のデータを内部に保持し、ic0信号がアサートされた場合、ラッチ回路の出力端のデータをデータバス4に出力する。

【0022】データラッチユニット21~23は、データラッチユニット20と同様の構成であり、それぞれidlt信号がアサートされた場合、それぞれROM11~13から出力された最新のデータをラッチ回路により保持し、データ出力信号線51のic1信号、データ出力信号線52のic2信号およびデータ出力信号線53のic3信号がアサートされた場合、前記ラッチ回路の出力端のデータをデータバス4に出力する。

【0023】図2は図1に示された具体例1のメモリシステムのアドレスを説明する説明図である。図2に示すように、CPU1から出力される偶数のアドレスA21~A0をNで表し、その下位5ビットA4~A0を0000B(Bは2進数表現)で表すものとする。前述のように、A1、A0の下位2ビットは、1ワードのデータをバイト単位で指定するために使用される。A3、A2は、バンク切換信号に使用される。A3、A2が00Bのときには、ROM10(バンク0)が選択され、A3、A2が01Bのときには、ROM11(バンク1)が選択され、A3、A2が10Bのときには、ROM12(バンク2)が選択され、A3、A2が11Bのときは、ROM13(バンク3)が選択される。

【0024】ROM10~13の単体の1ワード単位のアドレスは、A4以上のアドレス、A21~A4により表されるが、バンク切換のためのA3、A2によりインタリーブされる、すなわち連続的なアドレスが割り当てられる。したがって、CPU1により出力されるアドレスA21~A0を1ワード毎に表すと、アドレスNの次のアドレスは(N+4)、その次のアドレスは(N+8)のように表される。

【0025】〈動作〉図3は図1および図2に示された具体例1のメモリシステムのメモリ読出動作の一例を示すタイミングチャートである。この例では、1ワード単位に連続するアドレスのデータを、ROM10~13(バンク0~3)から順次に繰り返し読み出す場合の動作について説明する。図中、データバスは、CPU1とデータラッチユニット20~23との間のデータバス4上のデータを表し、データラッチ20~23は、データラッチユニット20~23のそれぞれのラッチ回路の出力端に保持されたデータを表すものとする。なお、データラッチ信号線40のidlt信号を例外として、各信号は、clock信号の立ち上がり同期して動作するものとする。

【0026】まず、期間S0において、CPU1により、アドレスN(N ADDRESS)がアドレスバス3に出力されるとともに、request信号およびburst信号がアサートされる。なお、r/w信号は読出動作を表すネグート状態に保持される。一方、バスコントローラ2では、request信号、burst信号およびr/w信号に基づいてアクセスモードが選択され、rombnk信号がアサートされ、ROM10~13では、rombnk信号のアサートタ

イミングに同期してアドレスバス3に出力されたアドレスが入力される。

【0027】期間S1、期間S2を経て、期間S3において、ROM10~13から、入力されたアドレスNに対応するデータN、(N+4)、(N+8)および(N+12)が、それぞれデータラッチユニット20、21、22および23に出力される。一方、バスコントローラ2によりready信号がアサートされ、CPU1に対し、データバス4上のデータが有効である旨が通知される。同時に、バスコントローラ2によりデータ出力信号線50のic0信号がアサートされて、データラッチユニット20では、ラッチ回路に入力されて出力されたデータNがデータバス4に出力される。次いで、データラッチ信号線40のidlt信号がアサートされ、データラッチユニット20のラッチ回路にデータNが保持され、データラッチユニット21のラッチ回路にデータ(N+4)が保持され、データラッチユニット22のラッチ回路にデータ(N+8)が保持され、データラッチユニット23のラッチ回路にデータ(N+12)が保持される。

【0028】期間S4において、CPU1によりclock信号の立ち上がり同期してデータバス4上のデータNが取り込まれる。同時に、データラッチユニット20~23にそれぞれのデータN、(N+4)、(N+8)および(N+12)が保持されたので、ROM10~13のアドレスNに対応するメモリ読出動作を開放することができ、CPU1によりアドレス(N+16)がアドレスバス3に出力され、次のメモリ読出動作が開始される。一方、バスコントローラ2により、データ出力信号線50のic0信号がネグートされるとともに、データ出力信号線51のic1信号がアサートされ、データラッチユニット21のラッチ回路に保持されたデータ(N+4)がデータバス4に出力される。

【0029】期間S5において、CPU1によりclock信号の立ち上がり同期してデータバス4上のデータ(N+4)が取り込まれる。一方、バスコントローラ2により、データ出力信号線51のic1信号がネグートされるとともに、データ出力信号線52のic2信号がアサートされ、データラッチユニット22のラッチ回路に保持されたデータ(N+8)がデータバス4に出力される。期間S6において、CPU1によりclock信号の立ち上がり同期してデータバス4上のデータ(N+8)が取り込まれる。一方、バスコントローラ2により、データ出力信号線52のic2信号がネグートされるとともに、データ出力信号線53のic3信号がアサートされ、データラッチユニット23のラッチ回路に保持されたデータ(N+12)がデータバス4に出力される。

【0030】期間S7において、CPU1によりclock信号の立ち上がり同期してデータバス4上のデータ(N+12)が取り込まれる。同時に、ROM10~13からアドレス(N+16)に対応するデータ(N+1

6)、(N+20)、(N+24)および(N+28)が、それぞれデータラッチユニット20、21、22および23に出力される。一方、バスコントローラ2によりデータラッチ信号線40のidlt信号がネゲートされ、データラッチユニット20~23のそれぞれのラッチ回路の保持状態が解除され、次いで、データ出力信号線53のic3信号がネゲートされる。

【0031】同時に、バスコントローラ2によりデータ出力信号線50のic0信号がアサートされて、データラッチユニット20では、ラッチ回路に入力されて出力されたデータ(N+16)がデータバス4に出力される。次いで、バスコントローラ2によりデータラッチ信号線40のidlt信号が再びアサートされ、データラッチユニット20のラッチ回路にデータ(N+16)が保持され、データラッチユニット21のラッチ回路にデータ(N+20)が保持され、データラッチユニット22のラッチ回路にデータ(N+24)が保持され、データラッチユニット23のラッチ回路にデータ(N+28)が保持される。

【0032】期間S8において、CPU1によりclock信号の立ち上がり同期してデータバス4上のデータ(N+16)が取り込まれる。同時に、CPU1により次のアドレス(N+24)がアドレスバス3に出力されるが、A4以上のアドレスは同じなので、ROM10~13のそれぞれのアドレスには変化はない。一方、バスコントローラ2により、データ出力信号線50のic0信号がネゲートされるとともに、データ出力信号線51のic1信号がアサートされ、データラッチユニット21のラッチ回路に保持されたデータ(N+20)がデータバス4に出力される。

【0033】期間S9において、CPU1によりclock信号の立ち上がり同期してデータバス4上のデータ(N+20)が取り込まれる。一方、バスコントローラ2により、データ出力信号線51のic1信号がネゲートされるとともに、データ出力信号線52のic2信号がアサートされ、データラッチユニット22のラッチ回路に保持されたデータ(N+24)がデータバス4に出力される。

【0034】期間S10において、CPU1によりclock信号の立ち上がり同期してデータバス4上のデータ(N+24)が取り込まれる。一方、バスコントローラ2により、データ出力信号線52のic2信号がネゲートされるとともに、データ出力信号線53のic3信号がアサートされ、データラッチユニット23のラッチ回路に保持されたデータ(N+28)がデータバス4に出力される。同時に、バスコントローラ2によりburst信号がネゲートされる。

【0035】期間S11において、CPU1によりclock信号の立ち上がり同期してデータバス4上のデータ(N+24)が取り込まれ、request信号がネゲートさ

れる。一方、バスコントローラ2により、ready信号およびrombnk信号がネゲートされる。同時に、データ出力信号線53のic3信号がネゲートされ、データラッチ信号線40のidlt信号がネゲートされ、データラッチユニット20~23のそれぞれのラッチ回路の保持動作が解除され、処理を終了する。

【0036】ここで、図3に示された具体例1のメモリシステムのメモリ読出動作と、データラッチユニット20~23を有しない従来のメモリシステムのメモリ読出動作とを比較する。

【0037】図4は従来のメモリシステムのメモリ読出動作を示すタイミングチャートである。なお、バスコントローラ2は、ROM10~13のOE(output enable)端子とそれぞれ接続されており、図中に示されるOE0信号、OE1信号、OE2信号およびOE3信号をアサートすることによりそれぞれROM10~13のデータ出力タイミングを制御するものとする。

【0038】図4から理解されるように、従来のメモリシステムでは、CPU1は、期間S0でアドレスバス3上へ出力したアドレスNを、期間S6でROM13のデータ(N+12)がデータバス4に出力されるまで、保持する必要があった。このため、CPU1は、次のアドレス(N+16)を期間S7で出力せざるを得ず、ROM13からデータバス4にデータ(N+12)が出力されてから、ROM10からデータバス4にデータ(N+16)が出力される時間は、ROM10にアドレスバス3にアドレスを出力してからデータバス4にデータが出力されるまでのオーバーヘッド時間と一致していた。

【0039】これに対し、具体例1のメモリシステムでは、図3から理解されるように、期間S3で、データラッチユニット20~23により、それぞれのROM10~13から出力されたデータを保持することで、CPU1は、データラッチユニット20~23からデータを取り込むことができる。このため、CPU1によりROM10~13にアドレスNをアドレスバス3に出力し続ける必要がなく、期間S4で、次のアドレス(N+16)を出力し、次のメモリ読出動作に移行することができる。この結果、期間S6および期間S7に示されるように、データラッチユニット23からデータ(N+12)がデータバス4に出力された次のクロックで、ROM10からデータ(N+16)がデータバス4に出力されることになる。

【0040】したがって、連続するアドレスのデータをROM10~13から繰り返し読み出す場合であっても、ROM13からデータバス4にデータが出力されてから、ROM10からデータバス4にデータが出力される時間を短縮し、ROM10~13の読出と同様にデータを連続的に読み出すことができる。

【0041】図5は図1および図2に示された具体例1のメモリシステムのメモリ読出動作の他の例を示すタイ

ミングチャートである。この例では、ROM10～13（バンク0～3）の連続するアドレスN～(N+12)に対し、(N+8)と(N+12)との間に、外部のデバイスのアドレスMが挿入されている場合の動作について説明する。

【0042】期間S1～期間S4は、図3に示された期間S1～期間S4の動作と同様なので、その説明を省略する。期間S5において、CPU1によりclock信号の立ち上がりに同期してデータバス4上のデータ(N+4)が取り込まれる。一方、バスコントローラ2により、データ出力信号線51のic1信号がネグートされるとともに、データ出力信号線52のic2信号がアサートされ、データラッチユニット22のラッチ回路に保持されたデータ(N+8)がデータバス4に出力される。同時に、アドレス(N+8)の次のアドレスが外部のデバイスのアドレスMなので、バスコントローラ2によりburst信号がネグートされる。なお、データラッチ信号線40のidlt信号はアサート状態に保持される。

【0043】期間S6において、CPU1によりclock信号の立ち上がりに同期してデータバス4上のデータ(N+8)が取り込まれ、同時に、CPU1により外部のデバイスのアドレスMがアドレスバス3に出力される。一方、バスコントローラ2により、ready信号がネグートされ、CPU1に対し、データバス4上のデータが無効である旨が通知される。

【0044】期間S7において、外部のデバイスによりアドレスMに対応するデータMがデータバス4に出力される。同時に、バスコントローラ2によりready信号がアサートされ、CPU1に対し、データバス4上のデータが有効である旨が通知される。

【0045】期間S8において、CPU1によりclock信号の立ち上がりに同期してデータバス4上のデータMが取り込まれ、同時に、アドレス(N+12)がアドレスバス3に出力され、アドレスNに対するデータ(N+12)のアクセスが再開される。一方、バスコントローラ2によりready信号がネグートされ、CPU1に対し、データバス4上のデータが無効である旨が通知される。

【0046】期間S9において、バスコントローラ2によりready信号がアサートされ、CPU1に対し、データバス4上のデータが有効である旨が通知される。同時に、バスコントローラ2によりデータ出力信号線53のic3信号がアサートされ、データラッチユニット23のラッチ回路に保持されたデータ(N+12)がデータバス4に出力される。

【0047】期間S10において、CPU1によりclock信号の立ち上がりに同期してデータバス4上のデータ(N+4)が取り込まれ、同時にrequest信号がネグートされる。一方、バスコントローラ2により、ready信号およびrombnk信号がネグートされ、さらに、データ出

力信号線53のic3信号がアサートされ、データラッチ信号線40のidlt信号がネグートされ、データラッチユニット20～23のそれぞれのラッチ回路の保持状態が解除され、処理を終了する。

【0048】ここで、図5に示された具体例1のメモリシステムのメモリ読出動作と、データラッチユニット20～23を有しない従来のメモリシステムのメモリ読出動作とを比較する。

【0049】図6は従来のメモリシステムのメモリ読出動作を示すタイミングチャートである。なお、バスコントローラ2は、ROM10～13のOE(output enable)端子とそれぞれ接続されており、図中に示されるOE0信号、OE1信号、OE2信号およびOE3信号をアサートすることによりそれぞれROM10～13のデータ出力タイミングを制御するものとする。

【0050】図6から理解されるように、従来のメモリシステムでは、期間S7で、外部のデバイスのデータMがデータバス4に出力されてから、期間S8で、CPU1により次のアドレス(N+12)をアドレスバス3に出力し、ROM13からデータ(N+12)を読み出していた。このため、アドレス(N+12)がアドレスバス3に出力されてからROM13からデータ(N+12)が出力されるまでのオーバーヘッド時間を要していた。

【0051】これに対し、具体例1のメモリシステムでは、図5から理解されるように、アクセス(N+8)の終了後、アドレスMのアクセスが開始されても、データラッチユニット20～23にそれぞれのROM10～13から出力されたデータを保持し続ける。このため、アドレスMのアクセス終了後に、アドレス(N+12)のアクセスを開始した際には、ROM13にアクセスすることなく、データラッチユニット23からデータを読み出すことができるので、データを早く読み出すことができる。したがって、メモリ読出動作を高速化することができる。

【0052】〈効果〉以上のように、具体例1によれば、CPU1の1回のメモリ読出動作に基づいてROM10～13から出力されたそれぞれのデータをデータラッチユニット20～23に保持する。CPU1では、データラッチユニット20～23から順次にデータを取り込むとともに、次のメモリ読出動作のためのアドレスを出力する。

【0053】このため、ROM10～13の1回のメモリ読出動作を早く開放し、CPU1により次のアドレスを出力し、次のメモリ読出動作に早く移行することができる。したがって、連続するアドレスのデータをROM10～13から繰り返し読み出す場合には、ROM13のデータがデータバス4に出力されてからROM10のデータがデータバス4に出力されるまでの時間を短縮し、ROM10～13の読出と同様にデータを連続的に

読み出すことができる。

【0054】また、ROM10～13の連続するアドレスの間に外部のデバイスのアドレスが挿入されている場合、外部のデバイスのアクセスに移行しても、ROM10～13から出力されたデータをそれぞれデータラッチユニット20～23により保持する。このため、外部のデバイスのアクセス終了後、CPU1により残りのデータを取り込む際には、ROMにアクセスすることなく、データラッチユニットからデータを取り込むことができるので、データを早く読み出すことができる。したがって、インタリーブ方式の利点を生かし、さらに高速なメモリ読出動作を行うことができるメモリシステムを提供することができる。

【0055】《具体例2》

〈構成〉図7は本発明に係る具体例2のメモリシステムのバスコントローラ60の構成を示すブロック図である。具体例2のメモリシステムは、図1に示された具体例1のメモリシステムのバスコントローラ2をバスコントローラ60に置き換えたものである。図7に示すように、バスコントローラ60は、アドレスラッチユニット61、比較器62、シーケンサ63およびデコーダ64を備えている。

【0056】アドレスバス3を構成するアドレス信号線A31～A0は、シーケンサ63およびデコーダ64に接続されている。アドレス信号線A31～A0のうちアドレス信号線A21～A4は、分岐点P1で分岐され、アドレスラッチユニット61に接続されるとともに、分岐点P2で分岐され、比較器62に接続されている。また、コントロールバス5を構成する複数の制御信号線は、シーケンサ63に接続されている。

【0057】アドレスラッチユニット61および比較器62には、アドレス信号線A21～A4を通してワード単位のアドレスが入力される。アドレスラッチユニット61は、シーケンサ63から出力されるload信号がアサートされた場合、入力端の最新のアドレスを保持し、比較器62に出力する。比較器62は、アドレスラッチユニット61の出力端のアドレスとアドレス信号線A21～A4を通して入力されたアドレスとを比較し、比較結果を表すhit/miss信号をシーケンサ63に出力する。hit/miss信号は、比較結果が一致（ヒット）の場合にネゲートされ、比較結果が不一致（ミス）の場合にアサートされる。

【0058】シーケンサ63は、CPU1から出力されたrequest信号、r/w信号およびburst信号に基づいてメモリアクセスモードを選択し、選択されたアクセスモード、hit/miss信号およびアドレス信号線A21～A0を通して入力されたアドレスに基づいてload信号、ic0信号、ic1信号、ic2信号、ic3信号、idlt信号、ready信号および図示しない制御信号を制御する。

【0059】シーケンサ63は、入力されたアドレス

が、ROM10～13のメモリ領域に含まれるか否かを判断し、入力されたアドレスがROM10～13のメモリ領域に含まれる場合、比較器62から出力されたhit/miss信号を参照する。シーケンサ63は、参照したhit/miss信号がアサート状態の場合には、ROM10～13に新たなワードのアドレスが入力されたと判断し、load信号をアサートする。

【0060】すなわち、アドレスラッチユニット61は、バスコントローラ60に入力されたアドレスがROM10～13のメモリ領域に含まれ、かつ比較器62の比較結果がミスの場合、シーケンサ63のload信号に基づいて入力端の最新のアドレスを保持する。言い換えれば、アドレスラッチユニット61は、RAM、I/O装置等の外部のデバイスのアドレスの影響を受けず、ROM10～13のメモリ領域に含まれるワード単位のアドレスが変化した場合に、アドレスを更新して保持する。

【0061】そして、シーケンサ63は、ROM10～13のメモリ領域に含まれるワード単位のアドレスの変化を検出し、データラッチユニット20～23の動作を制御する。シーケンサ63は、ROM10に対応するアドレスが入力された場合、ROM10からデータが出力されるタイミングに合わせ、ic0信号をアサートした後、idlt信号をアサートする。シーケンサ63は、データラッチユニット23からデータを出力するようic3信号をアサートした場合、次のclock信号の立ち上がり同期してic3信号をネゲートした後、idlt信号をネゲートする。また、シーケンサ63は、入力されたアドレスがROM10～13のメモリ領域に含まれ、比較器62の比較結果がミスの場合、load信号をアサートすると同時にidlt信号をネゲートする。デコーダ64は、アドレス信号線A21～A0を通して入力されたアドレスをデコードし、rombnk信号を出力する。

【0062】〈動作〉具体例2のメモリ読出動作は、図3および図5に示された具体例1のメモリシステムの動作と同様である。ここでは、図5に示されたROM10～13（バンク0～3）の連続するアドレスN～(N+12)に対し、(N+8)と(N+12)との間に外部のデバイスのアドレスMが挿入されている場合のメモリ読出動作におけるバスコントローラ60の動作について説明する。

【0063】まず、期間S0において、CPU1により出力されたアドレスNがバスコントローラ60に入力されると、比較器62によりアドレスラッチユニット61に保持された前回のアドレスと今回のアドレスNとが比較される。比較結果はミスとなり、hit/miss信号はアサートされる。シーケンサ63では、入力されたアドレスNがROM10～13のメモリ領域に含まれるので、比較器62により出力されたhit/miss信号が参照される。hit/miss信号はアサートされているので、シーケンサ63によりload信号がアサートされる。アドレスラッチユ

ニット61では、このload信号に基づいてアドレスNが保持される。この結果、比較器62の比較結果がヒットとなり、hit/miss信号がネゲートされる。そして、シーケンサ63のload信号もネゲートされる。

【0064】期間S3において、シーケンサ63では、ROM10に対応するアドレスNが入力されたので、ROM10からデータNが出力されるタイミングに合わせてic0信号がアサートされて、次いでidlt信号がアサートされる。

【0065】期間S4において、CPU1によりアドレス(N+8)が出力され、バスコントローラ60に入力される。この場合、アドレス信号線A21~A0のアドレスの変化はないので、比較器62の比較結果はヒットであり、hit/miss信号はネゲート状態に保持される。このため、シーケンサ63のload信号もネゲート状態に保持される。

【0066】期間S6において、CPU1により外部のデバイスのアドレスMが出力されてバスコントローラ60に入力されると、アドレス信号線A21~A0のアドレスが変化するので、比較器62の比較結果はミスとなり、hit/miss信号がアサートされる。しかし、シーケンサ63では、アドレスMがROM10~13のメモリ領域に含まれないと判断され、このhit/miss信号は無視されて、load信号はネゲート状態に保持される。

【0067】期間S8において、CPU1によりアドレス(N+12)が出力され、バスコントローラ60に入力される。アドレスラッチユニット61にはアドレスNが保持されているので、比較器62の比較結果はヒットとなり、hit/miss信号がネゲートされる。シーケンサ63では、アドレス(N+12)は、ROM10~13のメモリ領域に含まれるので、hit/miss信号が参照される。hit/miss信号がネゲート状態なので、load信号もネゲート状態に保持される。期間S9において、シーケンサ63によりic3信号がアサートされ、データラッチユニット23からデータ(N+12)が出力され、期間S10において、ic3信号がネゲートされて、idlt信号がネゲートされる。

【0068】〈効果〉以上のように、具体例2によれば、バスコントローラ60に、アドレス信号線A21~A4を通して入力されたワード単位のアドレスをシーケンサ63のload信号に基づいて選択的に保持するアドレスラッチユニット61と、アドレスラッチユニット61に保持されたアドレスとアドレス信号線A21~A4を通して入力されたアドレスとを比較する比較器62とを設ける。

【0069】そして、シーケンサ63では、入力されたアドレスがROM10~13のメモリ領域に含まれると判断された場合には、比較器62の比較結果が参照される。比較結果がヒットのときには、ROM10~13の同一アドレスの読出動作が継続されていると判断し、デ

ータラッチユニット20~23の動作を保持状態に保ち、比較結果がミスのときには、ROM10~13の異なるアドレスの読出動作に移行したと判断し、データラッチユニット20~23の保持状態を解除し、次のメモリ読出動作に移行する。

【0070】このため、バスコントローラ60により、CPU1とは独立にワード単位のアドレスの変化を認識し、データラッチユニット20~23の保持動作を制御することができるので、従来のCPUをそのまま利用することができ、CPU1の負担を軽減することができる。また、CPUおよびバスコントローラの何れかにデータラッチユニットの制御機能を設けることができるので、柔軟かつ最適なシステム設計を行うことができる。

【0071】なお、具体例1および2では、メモリシステムのメモリバンクをROMにより構成しているが、メモリはROMに限るものではなく、RAMにより構成してもよい。

【0072】《具体例3》

〈構成〉図8は本発明に係る具体例3のメモリシステムの構成を示すブロック図である。図8に示すように、このメモリシステムは、バンク0を構成するROM110およびバンク1を構成するROM111を有する2バンク構成のインタリーブ方式のメモリシステムである。

【0073】ROM110および111は、ともにページモード機能を有する32ビット構成のROMであり、ページ単位のアドレスを表す上位アドレスに対し、ページ内の下位アドレスのみ変化させて高速読出を実行する。後述するように、ROM110および111には、A22~A2の21ビットで表される連続するアドレスが交互に割り当てられており、ROM110には、偶数アドレスが割り当てられ、ROM111には、奇数アドレスが割り当てられている。ROM110および111は、CPU101およびバスコントローラ102により制御される。

【0074】CPU101は、いわゆる32ビットCPUであり、アドレスバス103およびデータバス104を介してROM110および111に接続されており、アドレスバス103を介してROM110および111にアドレスを出力し、データバス104を介してROM110および111からデータを読み出す。

【0075】データバス104は、32ビットのバス幅を有し、CPU101に接続されるとともに、ROM110および111に接続されている。また、データバス4は、図示しない外部のデバイスに接続されている。アドレスバス103は、32本のアドレス信号線A31~A0からなりCPU1に接続されるとともに、バスコントローラ102に接続され、さらに20本のアドレス信号線A22~A3が分岐点P1で分岐されている。

【0076】このアドレス信号線A22~A3は、分岐点P2で、上位アドレス信号線群103aを構成する1

10

20

30

40

50

8本のアドレス信号線A22~A5と、下位アドレス信号線群103bを構成する2本のアドレス信号線A4、A3とに分岐される。上位アドレス信号線群103aは、後述する上位アドレスラッチユニット120に接続され、下位アドレス信号線群103bは、直接ROM110および111に接続されている。また、アドレスバス103は、図示しない外部のデバイスに接続されている。

【0077】CPU101は、アドレス信号線A22~A3にROM110および111のアドレスを出力し、アドレス信号線A2にバンク切換信号を出力し、アドレス信号線A0、A1にROM10~13の1ワードが4バイトのデータをバイト単位でアクセスするための信号を出力する。また、CPU101は、コントロールバス105介してバスコントローラ102と接続されており、バスコントローラ102との間で各種の制御信号を授受する。CPU101からバスコントローラ102には、request 信号、r/w信号およびburst 信号が出力され、バスコントローラ102からCPU1には、ready信号が出力される。

【0078】バスコントローラ102は、アドレス信号線A31~A0を通して入力されたアドレス信号線をデコードし、コントロールバス105を介して授受される制御信号およびアドレスバス103を通して入力されるアドレスに基づいてROM110、ROM111、上位アドレスラッチユニット120および図示しない外部のデバイスを制御する。

【0079】バスコントローラ102は、CE信号線130を介してROM110および111のそれぞれのCE端子に接続されるとともに、OE信号線140を介してROM110のOE端子に接続され、OE信号線141を介してROM111のOE端子に接続されている。

【0080】CPU101は、CE信号線130を通して負論理のrombnk信号をROM110および111に出力するとともに、OE信号線140を通して負論理のOE0信号をROM110に出力し、OE信号線141を通して負論理のOE1信号をROM111に出力する。

【0081】ROM110は、CE信号線130のrombnk信号がアサートされた場合に活性化され、アドレスバス103上のアドレスを入力し、入力されたアドレスに該当するデータを読み出し、OE信号線140のOE0信号がアサートされた場合、読み出されたデータをデータバス104に出力する。同様に、ROM111は、CE信号線130のrombnk信号がアサートされた場合に活性化され、アドレスバス103上のアドレスを入力し、入力されたアドレスに該当するデータを読み出し、OE信号線141のOE1信号がアサートされた場合、読み出されたデータをデータバス104に出力する。

【0082】バスコントローラ102は、アドレスラッチ信号線150を介して上位アドレスラッチユニット1

20に接続され、負論理のialt信号を上位アドレスラッチユニット120に出力する。上位アドレスラッチユニット120は、CPU101によりアドレス信号線A22~A5に出力された上位アドレスを一時的に保持するものであり、複数のラッチ回路を有する。ラッチ回路は、H (high) レベルで入力データをスルー出力し、L (low) レベルで入力データを保持するDラッチからなり、アドレスラッチ信号線150のialt信号がネグート状態の場合には、入力されたデータをそのまま出力し、ialt信号がアサートされた場合には、入力された最新のデータを保持する。

【0083】図9は図8に示された具体例3のメモリシステムのアドレスを説明する説明図である。図9に示すように、CPU1から出力される偶数のアドレスA22~A0をNで表し、その下位6ビットA5~A0を00000B (Bは2進数表現) で表すものとする。

【0084】前述のように、A1、A0の下位2ビットは、1ワードのデータをバイト単位で指定するために使用される。また、A2は、バンク切換信号に使用され、A2が0のときには、ROM110 (バンク0) が選択され、A2が1のときには、ROM111 (バンク1) が選択される。ROM110および111の単体の1ワード単位のアドレスは、A3以上のアドレス、A22~A3により表されるが、バンク切換のためのA2によりインタリーブされる、すなわち連続的なアドレスが割り当てられる。したがって、CPU1により出力されるアドレスを1ワード毎に表すと、アドレスNの次のアドレスは(N+4)、その次のアドレスは(N+8)で表される。

【0085】A5は、ROM110およびROM111の1ページのアドレスを表し、1ページはA4およびA3で表される4ワードにより構成される。ROM110およびROM111は、このページ内のアドレスであれば、下位アドレスA4、A3のみを変化させて高速なメモリ読出動作を行うことができる。

【0086】図10は図8に示されたバスコントローラ102の構成を示すブロック図である。図10に示すように、バスコントローラ102は、上位アドレスラッチユニット161、比較器162、シーケンサ163およびデコーダ164を備えている。

【0087】アドレスバス103を構成するアドレス信号線A31~A0は、シーケンサ163およびデコーダ164に接続されている。アドレス信号線A31~A0のうちアドレス信号線A22~A5は、分岐点P1で分岐され、上位アドレスラッチユニット161に接続されるとともに、分岐点P2で分岐され、比較器162に接続されている。また、コントロールバス105を構成する複数の制御信号線は、シーケンサ163に接続されている。

【0088】上位アドレスラッチユニット161および

比較器 162 には、アドレス信号線 A22~A5 を通してページ単位のアドレスを表す上位アドレスが入力される。上位アドレスラッチユニット 161 は、シーケンサ 163 から出力される load 信号がアサートされた場合、入力端の最新の上位アドレスを保持し、比較器 162 に出力する。比較器 162 は、上位アドレスラッチユニット 161 の出力端の上位アドレスとアドレス信号線 A22~A5 を通して入力された上位アドレスとを比較し、比較結果を表す hit/miss 信号をシーケンサ 163 に出力する。hit/miss 信号は、比較結果が一致（ヒット）の場合にネゲートされ、比較結果が不一致（ミス）の場合にアサートされる。

【0089】シーケンサ 163 は、CPU 101 から出力された request 信号、r/w 信号および burst 信号に基づいてメモリアクセスモードを選択し、選択されたアクセスモード、hit/miss 信号およびアドレス信号線 A22~A0 を通して入力されたアドレスに基づいて load 信号、ialt 信号、OE0 信号、OE1 信号、ready 信号および図示しない制御信号を制御する。

【0090】シーケンサ 163 は、入力されたアドレスが、ROM 110 および 111 のメモリ領域に含まれるか否かを判断し、入力されたアドレスが ROM 110 および 111 のメモリ領域に含まれる場合、比較器 162 から出力された hit/miss 信号を参照する。シーケンサ 163 は、参照した hit/miss 信号がアサート状態の場合には、ROM 110 および 111 の新たなページのアドレスが入力されたと判断し、load 信号をアサートする。

【0091】すなわち、上位アドレスラッチユニット 161 は、バスコントローラ 102 に入力されたアドレスが ROM 110 および 111 のメモリ領域に含まれ、かつ比較器 162 の比較結果がミスの場合、シーケンサ 163 の load 信号に基づいて入力端の最新のアドレスを保持する。言い換えれば、上位アドレスラッチユニット 161 は、外部のデバイスのアドレスの影響を受けず、ROM 110 および 111 のメモリ領域に含まれるページ単位のアドレスが変化した場合に、その上位アドレスを更新して保持する。

【0092】そして、シーケンサ 163 は、ROM 110 および 111 のメモリ領域に含まれる上位アドレスの変化を検出し、上位アドレスラッチユニット 120 の動作を制御する。ialt 信号の初期状態はアサート状態にある。シーケンサ 163 は、入力されたアドレスが ROM 110 および 111 のメモリ領域に含まれ、比較器 162 の比較結果がミスの場合、まず、load 信号をアサートすると同時に ialt 信号をネゲートし、次に、入力されたアドレスに対応する ROM 110 または 111 から最初のデータが出力されるタイミングに合わせ、OE0 信号または OE1 信号をアサートし、ialt 信号をアサートする。デコーダ 164 は、アドレス信号線 A22~A0 を通して入力されたアドレスをデコードし、rombnk 信号を出力

する。

【0093】〈動作〉図 11 は図 8~図 10 に示された具体例 3 のメモリシステムのメモリ読出動作を示すタイミングチャートである。この例では、ROM 110 および 111（バンク 0 および 1）の 1 ページ内の連続するアドレス N~(N+12) に対し、(N+8) と (N+12) との間に、外部のデバイスのアドレス M が挿入されている場合の動作について説明する。図 11 において、アドレスバスは、アドレス 103 上のアドレスを表し、上位アドレスラッチは、上位アドレスラッチユニット 120 から出力された上位アドレスを表すものとする。各信号は、clock 信号の立ち上がり同期して動作するものとする。

【0094】まず、期間 S0 において、CPU 101 により、アドレス N (N ADDRESS) がアドレスバス 103 に出力されるとともに、request 信号および burst 信号がアサートされる。なお、r/w 信号は読出動作を表すネゲート状態に保持される。一方、バスコントローラ 102 では、request 信号、burst 信号および r/w 信号に基づいてアクセスモードが選択され、rombnk 信号がアサートされる。ROM 110 および 111 では、rombnk 信号のアサートタイミングに同期してアドレスバス 103 に出力されたアドレスが入力される。バスコントローラ 102 には、新たなページのアドレスが入力されたので、同時に、アドレスラッチ信号線 150 の ialt 信号がネゲートされる。

【0095】期間 S1、期間 S2 を経て、期間 S3 において、ROM 110 および 111 において、それぞれアドレス N に対応するデータ N および (N+4) が読み出される。一方、バスコントローラ 102 により ready 信号がアサートされ、CPU 101 に対し、データバス 104 上のデータが有効である旨が通知される。同時に、バスコントローラ 102 により OE 信号線 140 の OE0 信号がアサートされて、ROM 110 からデータ N がデータバス 104 に出力される。次いで、アドレスラッチ信号線 150 の ialt 信号がアサートされ、上位アドレスラッチユニット 120 にページ単位のアドレスを表す上位アドレス N が保持される。

【0096】期間 S4 において、CPU 101 により clock 信号の立ち上がり同期してデータバス 104 上のデータ N が取り込まれ、同時に、同一ページ内のアドレス (N+8) がアドレスバス 103 に出力される。一方、バスコントローラ 102 により、OE 信号線 140 の OE0 信号がネゲートされるとともに、OE 信号線 141 の OE1 信号がアサートされ、ROM 111 からデータ (N+4) がデータバス 104 に出力される。なお、アドレスラッチ信号線 150 の ialt 信号はアサート状態に保持される。

【0097】期間 S5 において、CPU 101 により clock 信号の立ち上がり同期してデータバス 104 上の

データ (N+4) が取り込まれる。また、アドレス (N+8) の次のアドレスが外部のデバイスのアドレス M なので、バスコントローラ 2 により burst 信号がネゲートされる。一方、バスコントローラ 102 では、OE 信号線 141 の OE1 信号がネゲートされるとともに、OE 信号線 140 の OE0 信号がアサートされ、ROM 110 からデータ (N+8) がデータバス 104 に出力される。なお、アドレスラッチ信号線 150 の ialt 信号はアサート状態に保持される。

【0098】期間 S6 において、CPU 101 により clock 信号の立ち上がりに同期してデータバス 104 上のデータ (N+8) が取り込まれ、同時に、CPU 101 により外部のデバイスのアドレス M がアドレスバス 103 に出力される。一方、バスコントローラ 102 により、ready 信号がネゲートされ、CPU 101 に対し、データバス 4 上のデータが無効である旨が通知される。

【0099】期間 S7 において、外部のデバイスによりアドレス M に対応するデータ M がデータバス 104 に出力される。同時に、バスコントローラ 102 により ready 信号がアサートされ、CPU 101 に対し、データバス 104 上のデータが有効である旨が通知される。

【0100】期間 S8 において、CPU 101 により clock 信号の立ち上がりに同期してデータバス 104 上のデータ M が取り込まれ、同時に、アドレス (N+12) がアドレスバス 103 に出力され、データ (N+12) のアクセスが再開される。このとき、上位アドレスラッチユニット 120 には、同一ページのアドレス N の上位アドレスが保持されているので、ROM 111 では、下位アドレス A4、A3 の変化に応じた読出動作が行われる。一方、バスコントローラ 102 により ready 信号がネゲートされ、CPU 1 に対し、データバス 4 上のデータが無効である旨が通知される。

【0101】期間 S9 において、バスコントローラ 102 により ready 信号がアサートされ、CPU 101 に対し、データバス 104 上のデータが有効である旨が通知される。同時に、バスコントローラ 102 により OE 信号線 141 の OE1 信号がアサートされる。ROM 111 からデータ (N+12) がデータバス 104 に出力される。

【0102】期間 S10 において、CPU 101 により clock 信号の立ち上がりに同期してデータバス 104 上のデータ (N+12) が取り込まれ、同時に request 信号がネゲートされる。一方、バスコントローラ 102 により、ready 信号および rombnk 信号がネゲートされ、さらに、OE 信号線 141 の OE1 信号がネゲートされ、処理を終了する。

【0103】さらに、図 11 に示されたメモリ読出動作におけるバスコントローラ 102 の動作について説明する。

【0104】まず、期間 S0 において、CPU 101 に

より出力されたアドレス N がバスコントローラ 102 に入力される。比較器 162 では、上位アドレスラッチユニット 161 に保持された前回のアドレスと今回のアドレス N とが比較される。比較結果はミスとなり、hit/miss 信号はアサートされる。シーケンサ 163 では、入力されたアドレス N が ROM 110 および 111 のメモリ領域に含まれるので、比較器 162 により出力された hit/miss 信号が参照される。hit/miss 信号はアサートされているので、シーケンサ 163 により load 信号がアサートされる。上位アドレスラッチユニット 161 では、この load 信号に基づいてアドレス N が保持される。この結果、比較器 162 の比較結果がヒットとなり、hit/miss 信号がネゲートされる。そして、シーケンサ 163 の load 信号もネゲートされる。

【0105】期間 S4 において、CPU 1 により出力された同一ページ内の次のアドレス (N+8) がバスコントローラ 102 に入力される。上位アドレス A22~A5 は変化しないので、比較器 162 の比較結果はヒットとなり、hit/miss 信号はネゲート状態に保持される。このため、シーケンサ 163 の load 信号もネゲート状態に保持され、アドレスラッチ信号線 150 の ialt 信号はアサート状態に保持される。

【0106】期間 S6 において、CPU 1 により出力された外部のデバイスのアドレス M がバスコントローラ 102 に入力される。上位アドレス A22~A5 が変化するので、比較器 162 の比較結果はミスとなり、hit/miss 信号がアサートされる。しかし、シーケンサ 163 では、アドレス M が ROM 110 および 111 のメモリ領域に含まれないと判断され、この hit/miss 信号は無視されて、load 信号はネゲート状態に保持される。このため、アドレスラッチ信号線 150 の ialt 信号はアサート状態に保持される。

【0107】期間 S8 において、CPU 1 により出力されたアドレス (N+12) がバスコントローラ 102 に入力される。上位アドレスラッチユニット 161 にはアドレス N の上位アドレスが保持されているので、比較器 162 の比較結果はヒットとなり、hit/miss 信号がネゲートされる。シーケンサ 163 では、アドレス (N+12) は、ROM 110 および 111 のメモリ領域に含まれるので、hit/miss 信号が参照される。hit/miss 信号がネゲート状態なので、load 信号もネゲート状態に保持される。

【0108】〈効果〉以上のように、具体例 3 によれば、ROM 110 および 111 に入力されるページ単位のアドレスを表す上位アドレス A22~A5 を上位アドレスラッチユニット 120 に保持し、ROM 110 および 111 の上位アドレスを活性化させておく。このため、ページ内の連続するアドレスの間に外部のデバイスのアドレスが挿入されている場合、外部のデバイスのアクセス終了後、以降のアクセスを再開したときには、R

OM110および111では、下位アドレスA4、A3のみ活性化させればよいので、データを早く読み出すことができる。したがって、インタリーブ方式のメモリシステムの利点を生かし、さらに高速なメモリ読出動作を行うことができるメモリシステムを提供することができる。

【0109】また、バスコントローラ102に、アドレス信号線A21～A5を通して入力された上位アドレスをシーケンサ163のload信号に基づいて選択的に保持するアドレスラッチユニット161と、アドレスラッチ

ユニット61に保持されたアドレスとアドレス信号線A21～A4を通して入力された上位アドレスとを比較する比較器162とを設ける。
【0110】そして、シーケンサ163では、入力されたアドレスがROM110および111のメモリ領域に含まれると判断された場合には、比較器162の比較結果が参照される。比較結果がヒットのときには、ROM110および111の同一ページ内のアドレスの読出動作が継続されていると判断し、上位アドレスラッチユニット120の動作を保持状態に保ち、比較結果がミスの

ときには、ROM110および111の異なるページのアドレスの読出動作に移行したと判断し、上位アドレスラッチユニット120の保持状態を解除し、次のメモリ読出動作に移行する。
【0111】このため、バスコントローラ102により、CPU101とは独立に上位アドレスの変化を認識し、上位アドレスラッチユニット120の保持動作を制御することができるので、従来のCPUをそのまま利用することができ、CPUの負担を軽減することができる。また、CPUおよびバスコントローラの何れかに上

位アドレスラッチユニットの制御機能を設けることができるので、柔軟かつ最適なシステム設計を行うことができる。
【0112】図12は具体例3のメモリ読出動作の説明図であり、図12(a)はシステムのクロック周波数が低い場合、図12(b)はシステムのクロック周波数が高い場合の動作を説明する説明図である。具体例3のメモリシステムでは、ROM110および111のデータ出力をそれぞれのOE端子に入力されるOE0信号およびOE1信号により制御している。このため、ROM110

および111では、それぞれOE0信号およびOE1信号がアサートされてからそれぞれのデータが出力されるまでの時間差 Δt がかかってしまう。
【0113】図12(a)に示すように、クロック周波数が低い場合には、次のクロックまでにデータバス104にデータが出力され、次のクロックの立ち上がり同期してCPU101によりデータが取り込まれる。しかし、図12(b)に示すように、クロック周波数が高い場合には、次のクロックまでにデータの出力が間に合わない。このため、CPU101では、OE信号がアサー

トされてから、2クロック目でデータを取り込むことになる。このように、具体例3のメモリシステムでは、システムのクロック周波数が高くなった場合、ウェイト信号を挿入する等の処理が必要になり、メモリ読出動作にロスが生じてしまう場合がある。以下、このような問題を解決する具体例4のメモリシステムについて説明する。

【0114】《具体例4》

〈構成〉図13は具体例4のメモリシステムの構成を示すブロック図である。図13に示すように、具体例4のメモリシステムは、図8に示された具体例3のメモリシステムにデータラッチユニット210および211を加え、具体例3のバスコントローラ102をバスコントローラ202に置き換えたものである。なお、具体例3のメモリシステムの各部と同様の構成には、同一符号を付し、その説明を省略する。

【0115】バスコントローラ202は、データラッチ信号線220を通して負論理のidlt信号をデータラッチユニット210および211に出力し、データ出力信号線230を通して負論理のic0信号をデータラッチユニット210に出力し、データ出力信号線231を通して負論理のic1信号をデータラッチユニット211に出力する。

【0116】データラッチユニット210は、ROM110から出力されたデータを保持するものであり、複数のラッチ回路を有する。ラッチ回路は、H (high) レベルで入力データをスルー出力し、L (low) レベルで入力データを保持するDラッチからなり、データラッチ信号線220のidlt信号がネゲート状態の場合には、入力されたデータをそのまま出力し、idlt信号がアサートされた場合には、入力された最新のデータを保持する。データラッチユニット210は、データ出力信号線230のic0信号がネゲート状態の場合には、ラッチ回路の出力端のデータを内部に保持し、ic0信号がアサートされた場合、ラッチ回路の出力端のデータをデータバス104に出力する。データラッチユニット211は、データラッチユニット210と同様の構成であり、ROM111からデータを一時的に保持してデータバス104に出力する。

【0117】図14は図13に示されたバスコントローラ202の構成を示すブロック図である。図14に示すように、バスコントローラ202は、図8に示されたシーケンサ163をシーケンサ263に置き換えたものである。なお、図8に示されたバスコントローラ202の各部と同様の構成には、同一符号を付し、その説明を省略する。

【0118】シーケンサ263は、シーケンサ163に、ic0信号、ic1信号およびidlt信号によりデータラッチユニット210および211を制御する機能を加えたものである。シーケンサ263は、ROM110およ

び 111 のメモリ領域に含まれるページ単位のアドレスの変化を検出し、データラッチユニット 210 および 211 を制御する。

【0119】シーケンサ 163 は、ROM 110 に対応するアドレスが入力された場合、ROM 110 からデータが出力されるタイミングに合わせ、ic0 信号をアサートした後、idlt 信号をアサートする。シーケンサ 163 は、データラッチユニット 211 からデータを出力するよう ic1 信号をアサートした場合、次の clock 信号の立ち上がり同期して ic1 信号をネグートした後、idlt 信号をネグートする。また、シーケンサ 163 は、入力されたアドレスが ROM 110 および 111 のメモリ領域に含まれ、比較器 162 の比較結果がミスの場合、load 信号をアサートすると同時に idlt 信号をネグートする。

【0120】〈動作〉図 15 は図 13 および図 14 に示された具体例 4 のメモリシステムのメモリ読出動作を示すタイミングチャートである。この例では、ROM 110 および 111 (バンク 0 および 1) の 1 ページ内の連続するアドレス N ~ (N+12) に対し、(N+8) と (N+12) との間に、外部のデバイスのアドレス M が挿入されている場合の動作について説明する。

【0121】図 15 において、アドレスバスは、アドレス 103 上のアドレスを表し、上位アドレスラッチは、上位アドレスラッチユニット 120 から出力された上位アドレスを表すものとする。また、データバスは、データバス 104 上のデータを表し、データラッチ 210 および 211 は、データラッチユニット 210 および 211 のそれぞれのラッチ回路の出力端に保持されたデータを表すものとする。なお、データラッチ信号線 220 の idlt 信号を例外として、各信号は、clock 信号の立ち上がり同期して動作するものとする。

【0122】まず、期間 S0 において、CPU 101 により、アドレス N (N ADDRESS) がアドレスバス 103 に出力されるとともに、request 信号および burst 信号がアサートされる。なお、r/w 信号は読出動作を表すネグート状態に保持される。一方、バスコントローラ 202 では、request 信号、burst 信号および r/w 信号に基づいてアクセスモードが選択され、rombnk 信号がアサートされる。ROM 110 および 111 では、rombnk 信号のアサートタイミングに同期してアドレスバス 103 に出力されたアドレスが入力される。バスコントローラ 202 には、新たなページのアドレスが入力されたので、同時に、アドレスラッチ信号線 150 の ialt 信号がネグートされる。

【0123】期間 S1、期間 S2 を経て、期間 S3 において、ROM 110 および 111 から、アドレス N に対応するデータ N および (N+4) が、それぞれデータラッチユニット 210 および 211 に出力される。一方、バスコントローラ 202 により ready 信号がアサートされ、CPU 101 に対し、データバス 104 上のデータ

が有効である旨が通知される。同時に、バスコントローラ 202 によりデータ出力信号線 230 の ic0 信号がアサートされて、データラッチユニット 210 では、ラッチ回路に入力されて出力されたデータ N がデータバス 104 に出力される。次いで、データラッチ信号線 220 の idlt 信号がアサートされ、データラッチユニット 210 のラッチ回路にデータ N が保持され、データラッチユニット 211 のラッチ回路にデータ (N+4) が保持される。同時に、アドレスラッチ信号線 150 の ialt 信号がアサートされ、上位アドレスラッチユニット 120 にワード単位のアドレスを表す上位アドレス N が保持される。

【0124】期間 S4 において、CPU 101 により clock 信号の立ち上がり同期してデータバス 104 上のデータ N が取り込まれ、同時に、同一ページ内のアドレス (N+8) がアドレスバス 103 に出力される。一方、バスコントローラ 202 により、データ出力信号線 230 の ic0 信号がネグートされるとともに、データ出力信号線 231 の ic1 信号がアサートされ、データラッチユニット 211 からデータ (N+4) がデータバス 104 に出力される。なお、アドレスラッチ信号線 150 の ialt 信号はアサート状態に保持される。

【0125】期間 S5 において、CPU 101 により clock 信号の立ち上がり同期してデータバス 104 上のデータ (N+4) が取り込まれる。同時に、アドレス (N+8) の次のアドレスが外部のデバイスのアドレス M なので、バスコントローラ 202 により burst 信号がネグートされる。一方、バスコントローラ 202 により、データラッチ信号線 220 の idlt 信号がネグートされ、データラッチユニット 210 および 211 のそれぞれのラッチ回路の保持状態が解除される。次いで、データ出力信号線 231 の ic1 信号がネグートされるとともに、データ出力信号線 230 の ic0 信号がアサートされる。データラッチユニット 210 では、ラッチ回路に入力されて出力されたデータ (N+8) がデータバス 104 に出力される。次いで、バスコントローラ 202 によりデータラッチ信号線 220 の idlt 信号が再びアサートされ、データラッチユニット 210 のラッチ回路にデータ (N+8) が、データラッチユニット 211 のラッチ回路にデータ (N+12) が保持される。なお、アドレスラッチ信号線 150 の ialt 信号はアサート状態に保持される。

【0126】期間 S6 において、CPU 101 により clock 信号の立ち上がり同期してデータバス 104 上のデータ (N+8) が取り込まれ、同時に、CPU 101 により外部のデバイスのアドレス M がアドレスバス 103 に出力される。一方、バスコントローラ 202 により、ready 信号がネグートされ、CPU 101 に対し、データバス 4 上のデータが無効である旨が通知される。また、データ出力信号線 230 の ic0 信号がネグートされる。

10

20

30

40

50

【0127】期間S7において、外部のデバイスによりアドレスMに対応するデータMがデータバス104に出力される。同時に、バスコントローラ202によりready信号がアサートされ、CPU1に対し、データバス104上のデータが有効である旨が通知される。

【0128】期間S8において、CPU1によりclock信号の立ち上がりに同期してデータバス104上のデータMが取り込まれ、同時に、アドレス(N+12)がアドレスバス103に出力され、データ(N+12)のアクセスが再開される。一方、バスコントローラ202によりready信号がネゲートされ、CPU101に対し、データバス104上のデータが無効である旨が通知される。

【0129】期間S9において、バスコントローラ202によりready信号がアサートされ、CPU101に対し、データバス104上のデータが有効である旨が通知される。同時に、バスコントローラ202によりOE信号線データラッチユニット211のic1信号がアサートされ、データラッチユニット211によりデータ(N+12)がデータバス104に出力される。

【0130】期間S10において、CPU101によりclock信号の立ち上がりに同期してデータバス104上のデータ(N+12)が取り込まれ、同時にrequest信号がネゲートされる。一方、バスコントローラ202により、ready信号およびrombnk信号がネゲートされる。同時に、データ出力信号線231のic1信号がネゲートされ、データラッチ信号線220のidlt信号がネゲートされ、データラッチユニット210および211のそれぞれのラッチ回路が保持動作が解除され、処理を終了する。

【0131】なお、バスコントローラ202の詳細な動作については、具体例3のバスコントローラ102と同様であり、その説明を省略する。

【0132】〈効果〉以上のように、具体例4によれば、具体例3のメモリシステムの構成に加え、ROM110および111から出力されたデータをそれぞれデータラッチユニット210および211により保持する。

【0133】このため、データラッチユニット210および211によりデータバス104へのデータ出力タイミングを制御することができるので、ROM110および111において、それぞれのOE0信号、OE1信号をアサートしてからデータが出力されるまでの遅延時間の影響を排除することができる。したがって、システムのクロック周波数が高い場合でも、前記遅延時間に起因するウェイト信号の挿入を少なくすることができるので、ロスの少ない高速なメモリ読出動作を行うことができる。

【0134】メモリアクセス速度の高速化を実現する技術としてキャッシュメモリ技術が知られている。キャッシュメモリ技術は、CPUと主記憶との間に高速なキャッシュメモリを設ける。キャッシュメモリに保持されて

いるデータが、再度CPUによりアクセスされた場合、主記憶にアクセスすることなく、キャッシュメモリにアクセスすることで、高速化が図られる。

【0135】しかしながら、一般に、キャッシュメモリのメモリ容量は小さい。このため、データの局所性の少ないプログラムの場合には、キャッシュメモリのヒット率が低下してしまう。本発明に係るメモリシステムは、このようなキャッシュメモリ技術の欠点を補うのに特に有効である。

10 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る具体例1のメモリシステムの構成を示すブロック図である。

【図2】具体例1のメモリシステムのアドレスを説明する説明図である。

【図3】具体例1のメモリシステムのメモリ読出動作の一例を示すタイミングチャートである。

【図4】従来のメモリシステムのメモリ読出動作を示すタイミングチャートである。

【図5】具体例1のメモリシステムのメモリ読出動作の他の例を示すタイミングチャートである。

【図6】従来のメモリシステムのメモリ読出動作を示すタイミングチャートである。

【図7】本発明に係る具体例2のメモリシステムのバスコントローラ60の構成を示すブロック図である。

【図8】本発明に係る具体例3のメモリシステムの構成を示すブロック図である。

【図9】具体例3のメモリシステムのアドレスを説明する説明図である。

【図10】図8に示されたバスコントローラ102の構成を示すブロック図である。

【図11】具体例3のメモリシステムのメモリ読出動作を示すタイミングチャートである。

【図12】具体例3のメモリ読出動作の説明図であり、図12(a)はシステムのクロック周波数が低い場合、図12(b)はシステムのクロック周波数が高い場合の動作を説明する説明図である。

【図13】具体例4のメモリシステムの構成を示すブロック図である。

【図14】図13に示されたバスコントローラ202の構成を示すブロック図である。

【図15】具体例4のメモリシステムのメモリ読出動作を示すタイミングチャートである。

【符号の説明】

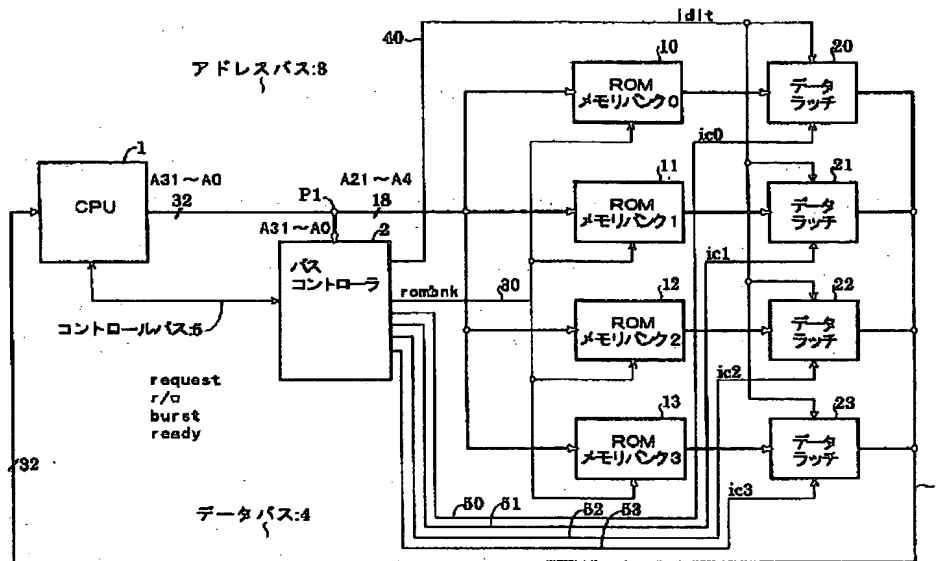
- 1 CPU
- 2 バスコントローラ
- 3 アドレスバス
- 4 データバス
- 5 コントロールバス
- 10、11、12、13 ROM
- 20、21、22、23 データラッチユニット

30 CE信号線

50、51、52、53 データ出力信号線

40 データラッチ信号線

【図1】



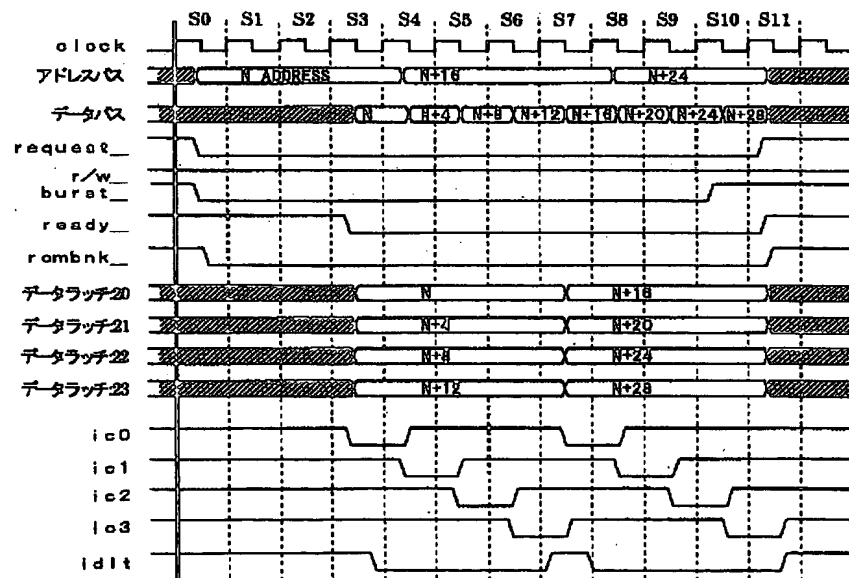
本発明に係る具体例1のメモリシステムの構成を示すブロック図

【図2】

A21~A0	ワード 指定 A4	バンク 切換 A3 A2	バイト 指定 A1 A0
N	0	0 0	0 0
N+4	0	0 1	0 0
N+8	0	1 0	0 0
N+12	0	1 1	0 0
N+16	1	0 0	0 0
N+20	1	0 1	0 0
N+24	1	1 0	0 0
N+28	1	1 1	0 0
⋮	⋮	⋮	⋮

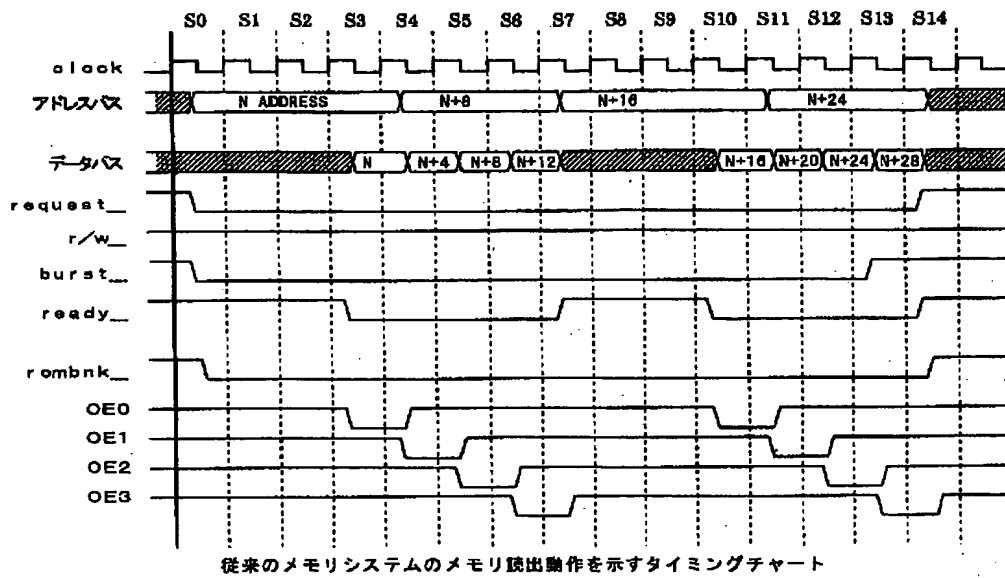
具体例1のメモリシステムのアドレス説明図

【図3】

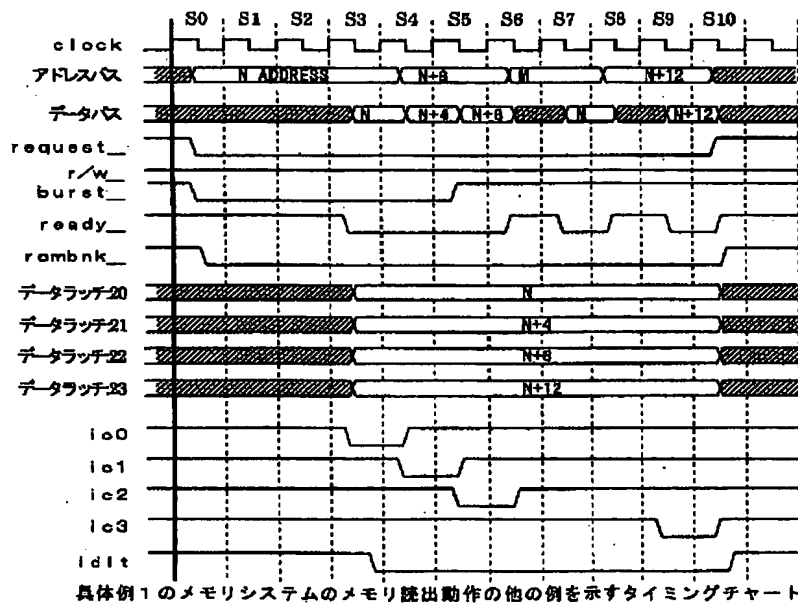


具体例1のメモリシステムのメモリ読出動作の一例を示すタイミングチャート

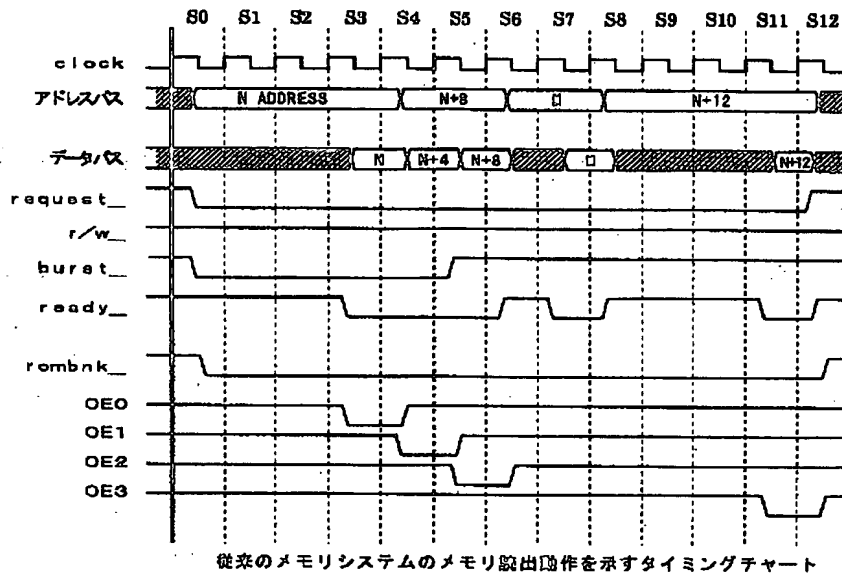
【図 4】



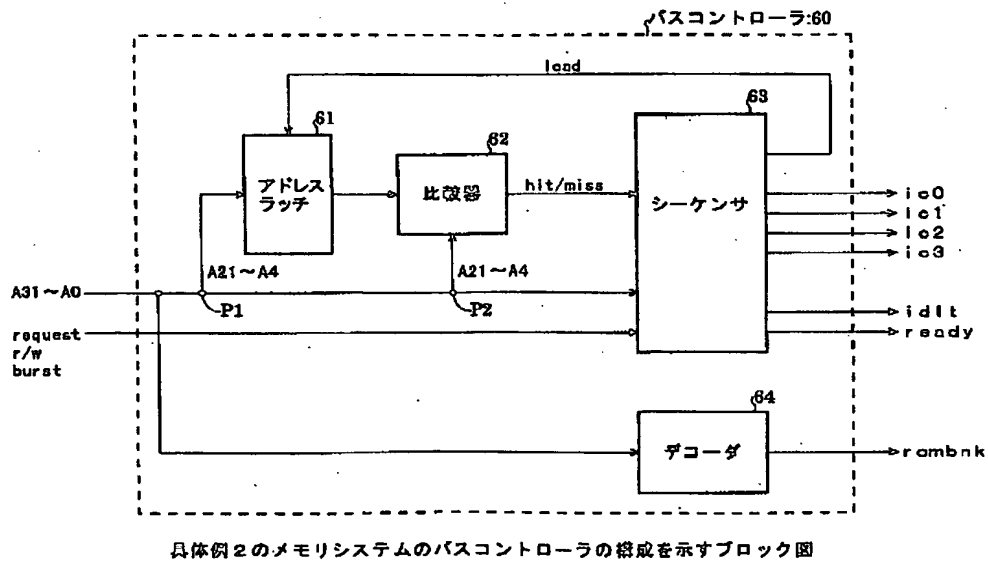
【図 5】



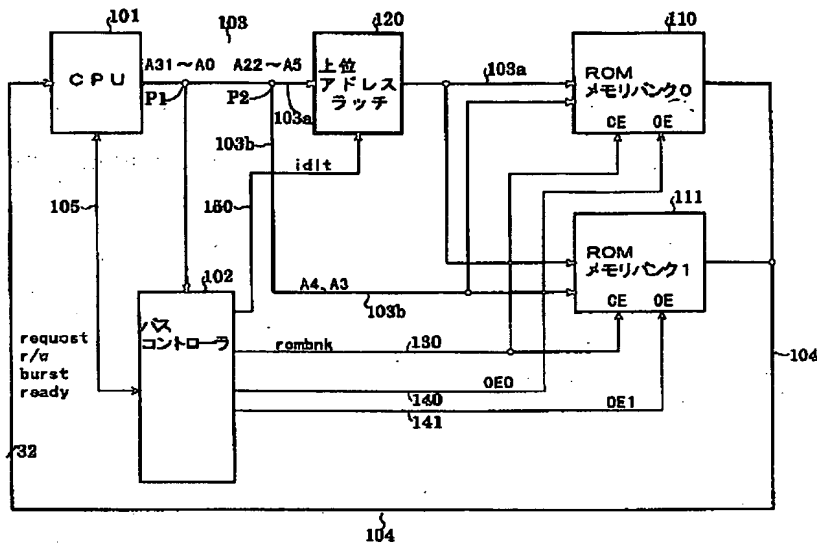
【図 6】



【図 7】



【図 8】



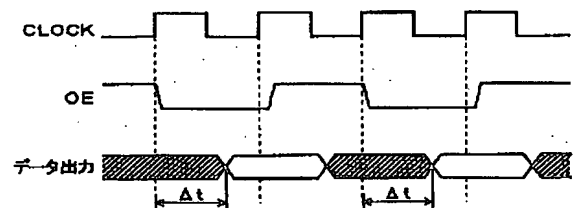
本発明に係る具体例3のメモリシステムの構成を示すブロック図

【図 9】

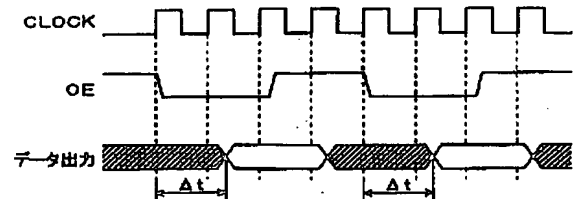
	A22~A0	ページ 指定 A5	ワード指定 A4 A3	バンク 切替 A2	バイト 指定 A1 A0
ROM110 (バンク0)	N	0	0 0	0	0 0
	N+8	0	0 1	0	0 0
	N+16	0	1 0	0	0 0
	N+24	0	1 1	0	0 0
	N+32	1	0 0	0	0 0
	⋮	⋮	⋮ ⋮	⋮	⋮ ⋮
ROM111 (バンク1)	N+4	0	0 0	1	0 0
	N+12	0	0 1	1	0 0
	N+20	0	1 0	1	0 0
	N+28	0	1 1	1	0 0
	N+36	1	0 0	1	0 0
	⋮	⋮	⋮ ⋮	⋮	⋮ ⋮

具体例3のメモリシステムのアドレス説明図

【図 12】



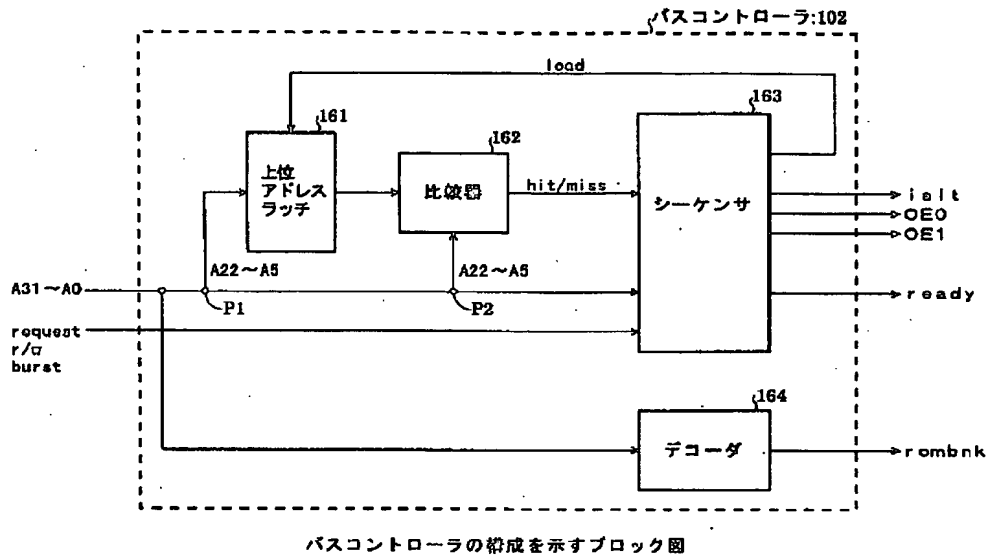
(a) クロック周波数が低い場合



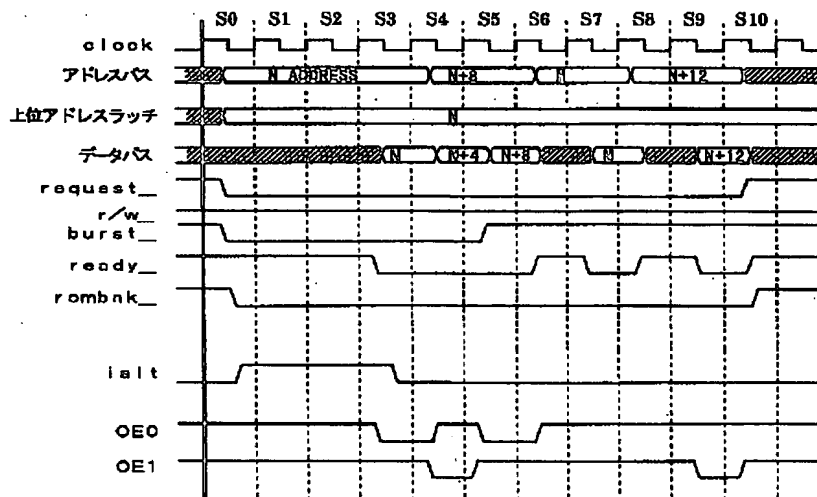
(b) クロック周波数が高い場合

クロック周波数の違いによるメモリ読出動作

【図10】



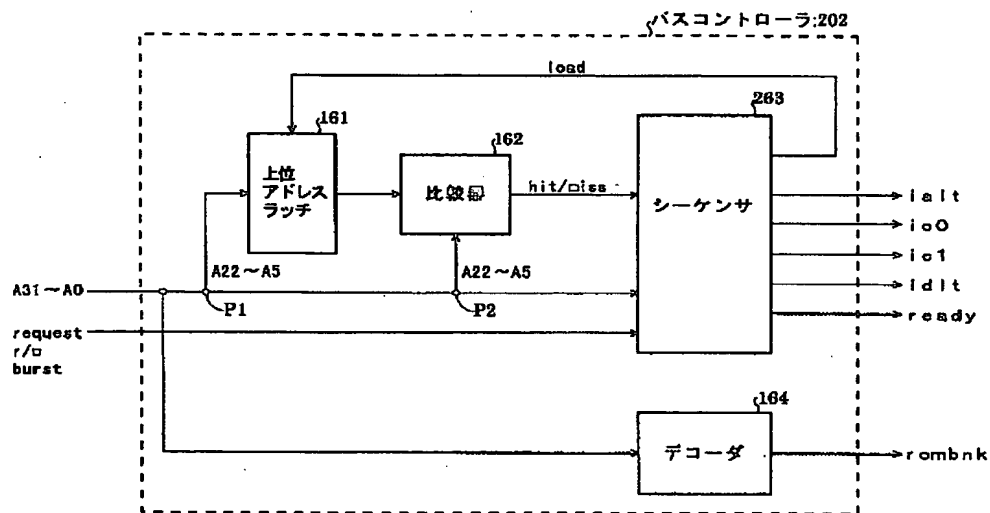
【図11】



具体例3のメモリシステムのメモリ読出動作の他の例を示すタイミングチャート

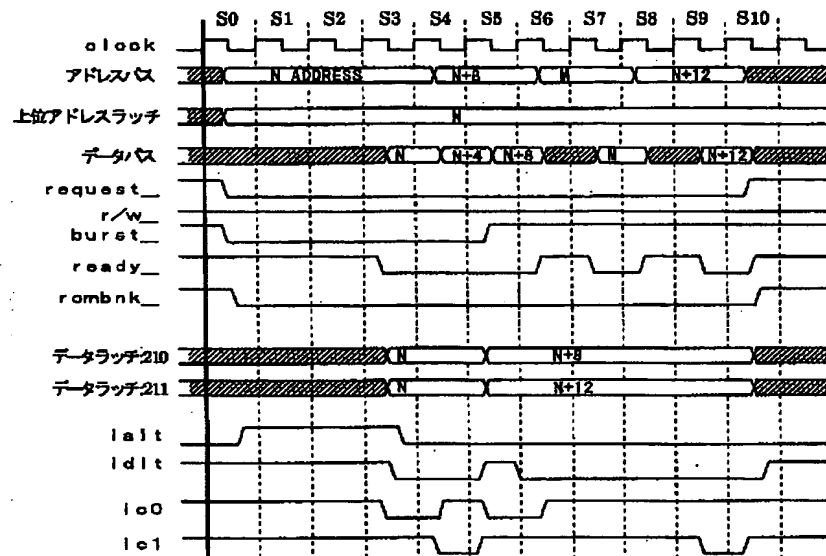
Figure 1 is a block diagram of a data bus system. The system includes a CPU (101), a ROM controller (102), two ROM memory banks (110, 111), and two data latches (210, 211). The CPU (101) has address lines A31~A0 (103) and data lines D31~D0 (104). The ROM controller (102) has address lines A4, A3 (103b) and data lines D31~D0 (104). The ROM memory banks (110, 111) have address lines A10 (103a) and data lines D31~D0 (104). The system also includes a request r/w burst ready signal (105) and a data bus (104). The data latches (210, 211) are connected to the data bus (104) and the ROM memory banks (110, 111).

【図 14】



バスコントローラの構成を示すブロック図

【図15】



具体例4のメモリシステムのメモリ読出動作の他の例を示すタイミングチャート